

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-116843

(43)Date of publication of application : 17.04.1992

(51)Int.Cl.

H01L 21/66

H01J 37/22

H01J 37/28

H01J 37/30

(21)Application number : 02-235545

(71)Applicant : HITACHI LTD
HITACHI INSTR ENG CO LTD

(22)Date of filing : 07.09.1990

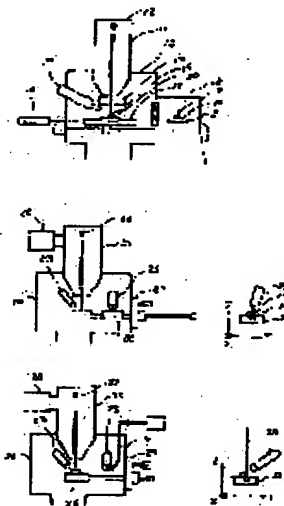
(72)Inventor : ITO FUMIKAZU
KOMODA TSUTOMU
ISHITANI TORU
TAKAHASHI TAKAHIKO

(54) METHOD AND DEVICE FOR OBSERVING CUT FACE OF SAMPLE

(57)Abstract:

PURPOSE: To easily obtain the SEM image of the cut face of a sample with a distinct contrast by performing observation through a scanning electron microscope after preparing the cut face by treating the sample with a convergent ion beam and processing the cut face by sputter etching or ion-assisted etching.

CONSTITUTION: After a sample 19 is fixed to a sample fixing piece 20 and placed on a sample moving plate 21, the sample 19 is led into a vacuum chamber from a load lock chamber 18. When the sample 19 is led into the vacuum chamber, coordinates of treating position are measured with a laser interferometer 16 by using two marks on the fixing piece 20 as reference points. The sample 19 is placed on the stage of a scanning electron microscope while the sample 19 is fixed to the fixing piece 20 and brought to a position below an argon ion gun 25. After the sample 19 is brought to the position, the sample 19 is rotated around X-axis and subjected to sputter etching. Then the sample 19 is moved to a position immediately below an electron beam and the SEM image of the sample is observed by irradiating the sample with the electron beam while the sample 19 is inclined around X-axis. Therefore, the cut face prepared by a convergent ion beam can be observed in detail.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平4-116843

⑤ Int. Cl.⁵

H 01 L 21/66
H 01 J 37/22
37/28

識別記号

J 7013-4M
9069-5E
Z 9069-5E※

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)4月17日

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全6頁)

⑭ 発明の名称 試料断面観察方法及び装置

⑰ 特 願 平2-235545

⑱ 出 願 平2(1990)9月7日

⑲ 発 明 者 伊 藤 文 和 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑲ 発 明 者 菰 田 孜 茨城県勝田市市毛882番地 日立計測エンジニアリング株式会社内

⑲ 発 明 者 石 谷 亨 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉑ 出 願 人 日立計測エンジニアリング株式会社 茨城県勝田市市毛882番地

㉒ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

試料断面観察方法及び装置

2. 特許請求の範囲

1. 試料を集束イオンビーム加工して断面を作成し、その断面をスパッタエッチ又はイオンアシストエッチで処理し、その後SEM観察することを特徴とする試料断面観察方法。

2. 試料を基準マークのついた試料固定片にとりつけたままで、そのマークを加工・観察位置の位置出し基準として集束イオンビーム加工、SEM観察を行うことを特徴した特許請求の範囲第1項の試料断面観察方法。

3. SEM装置において、アルゴンイオン銃を電子ビーム銃筒と同一の真空チャンバに設けたことを特徴とする試料断面観察装置。

4. SEM装置において、ゲートバルブを介して連通した2つの真空チャンバのそれぞれに電子ビーム銃筒とアルゴンイオン銃を設けたことを特徴とする試料断面観察装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は半導体LSIや各種薄膜製品の不良解析、プロセス解析のために、集束イオンビーム加工による断面観察を行う方法及び装置に関する。

〔従来の技術〕

半導体LSIなどのプロセス解析や不良解析を行うために、従来、集束イオンビーム加工により断面を作成し、その断面をSEM像またはSIM像により観察する方法が特開平1-181529「集束イオンビーム加工方法とその装置」や、特開平2-123749「断面加工観察装置」に述べられている。これは集束イオンビームにより試料に穴を掘り、その加工穴の側壁をSEM像観察するものである。または、加工したイオンビーム装置の中で試料の加工穴側壁にイオンビームが当るように試料を回転して、走査イオンビーム顕微鏡(SIM)により観察するものである。

〔発明が解決しようとする課題〕

この方法では、イオンビームによりスパッタさ

れた粒子が加工穴側壁、すなわち断面観察を行いたい面に付着する再付着現象が鮮明な観察像を得る上で問題となる。特開平1-181529の図18と図19に、再付着を防ぐイオンビーム操作方法が述べられているが、この方法によってもどうしても若干の再付着層が形成される。このため断面をSIM又はSEM像で観察する際、材質によるコントラストが出にくくなる欠点があった。

このため試料を軽くウェットエッチングする場合もあるが、集束イオンビーム装置、ウェットエッチング装置、SEM等の観察装置と装置間の試料移動が多く作業能率が上がらない欠点があった。またウェットエッチングの場合薬液の温度、濃度等により著しく加工速度が変わり断面観察に適したエッチングを行うことが困難であるという欠点があった。また集束イオンビーム加工した場所をSEM観察時に見つけることが大変困難であった。

本発明の目的は、集束イオンビーム加工による断面観察において、材質の相違によるSEM像あるいはSIM像のコントラストをはっきり得る方

法および装置を提供することにある。さらに本発明の目的は、集束イオンビーム加工による断面観察において、材質の相違によるコントラストのはっきりしたSEM像あるいはSIM像を容易に得る方法および装置を提供することにある。また本発明の今一つの目的は集束イオンビーム加工を行った場所を容易に見つける方法を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するために、集束イオンビーム加工を行った後に、スパッタエッチングまたはイオンアシストエッチングを行う。あるいは集束イオンビーム加工を行った後に、SIM像またはSEM像を見ながらスパッタエッチングまたはイオンアシストエッチングを行う。

このためSEM装置の中に、スパッタエッチングまたはイオンアシストエッチングを行う機能を付加する。

〔作用〕

集束イオンビームによる加工穴の側壁をスパッ

タエッチングすることにより再付着層が除去され、観察したい物質が表面にでてくる。

また観察したい物質が露出した後もエッチングを行うことで、材質によるスパッタ率の違いにより加工量が異なり断面に加工物質の違いによる段差が若干つき、観察しやすくなる。イオンアシストエッチングによりエッチングガスを用いて加工した場合には、材質の違いによるエッチング速度の差が更に大きくとれ、単なるスパッタエッチングよりも観察しやすくなる場合がある。

〔実施例〕

以下、本発明の実施例を第1～第10図を用いて説明する。

第1図(a)から(d)は、イオンビーム加工・観察方法の実施例である。第1図は半導体LSIの断面で下層配線1、コンタクトホール2、上層配線3、層間絶縁膜4、保護膜5から成っている。例えば図示のAA断面によりコンタクトホールの状態を断面SEMで見る場合は、第1図(b)に示すように下層配線の下まで集束イオンビームB

により加工する。通常太いビームで粗加工をした後、細いビームで仕上げ加工を行い、加工穴側壁への再付着を出来るだけ少なくする方法がとられる。しかしこの方法によっても、若干の再付着層が形成される。そこで第1図(c)に示すように、アルゴンイオンビームにより側壁をスパッタエッチする。この時、アルゴンビームが加工穴の底面にあたると底面をスパッタエッチし、そのスパッタ物が側壁に付着してしまう。そこでアルゴンイオンビームの向きは、底面に当たらないように設定する。再付着層が十分とれるまでスパッタエッチした後、第1図(d)に示すように、電子ビームにより走査し、2次電子顕微鏡(SEM)像を得る。この様にすれば、層間絶縁膜と配線材料との2次電子放出率の違いによりコントラストのはっきりしたSEM像を得ることが出来る。

また第1図(c)において、エッチングガスを供給しながら、アルゴンイオンを照射すると、材質の違いによりエッチング速度が異なるため、側壁において大きな段差をつけることが出来、断面

SEM観察をよりうまく行える。例えば配線材料がアルミ合金である場合、塩素系のガスをアルゴンイオンと共に供給すれば、アルミ合金のみが選択的にエッチングされ、側壁において配線部がへこみ絶縁膜部が残るような凹凸が形成される。逆に絶縁膜がSiO₂で出来ている場合、フッ素系のガスをアルゴンイオンと共に供給することで、絶縁膜部が選択的にエッチングされ、側壁において絶縁膜部がへこみ配線部が残るような凹凸が形成される。

第2図から第5図に上記の方法を行うための装置を説明する。第2図は集束イオンビーム加工装置である。イオンビームコラム11の中にはイオン源12及び集束レンズ、ブランカ、偏向系など通常の集束イオンビーム装置が備えている光学系がある。この下には、2次粒子を検出する検出機13がある。真空チャンバ14の中にはXYステージ15がある。このXYステージ15の位置はレーザインタフェロメータ16で正確に測定される。また試料19が絶縁物の場合、チャージアップを防ぐための電

動とX軸回り・Z軸回りの回転が可能である。プレート27は、試料19を載せたあと2点傾線で示す位置まで移動可能であり、これにより真空チャンバ24の真真空密を保つ。

次に第2図と第3図に示した装置を用いて試料19の加工と観察を行う方法を説明する。

試料19は試料固定片20に固定され、試料移動用プレート21に載せて、ロードロック室18から真空チャンバに導入される。ここで試料表面が絶縁物でおおわれている場合は、電子シャワーを照射しながら、第1図(b)に示した加工を集束イオンビームにより行う。この時、試料固定片20の上にある2個のマークを基準とした加工位置の座標をレーザインタフェロメータ16により測定しておく。このようにすることでSEM像を観察する際、観察場所を容易に見つけることができる。

この後で第3図に示した走査電子顕微鏡に、試料19を前記の試料固定片20に固定したままステージ26にのせる。第4図に示すようにまず試料をアルゴンイオン銃の下に持っていき、第5図に示す

子シャワー17が設けられている。試料導入用のロードロック室18が設けられている。

第3図は走査電子顕微鏡装置である。真空チャンバ24の上に電子ビームコラム35があり、この中には電子線源22及び集束レンズ、ブランカ、偏向系など通常の電子ビーム装置が備えている光学系がある。真空チャンバ24の中には、2次電子を検出する検出器23がある。24の中にはスパッタエッチング用のアルゴンイオン銃25がある。同一のチャンバ24中にこのアルゴンイオン銃25を設けることにより、電子ビーム観察をしながら、鮮明な像が得られるまでスパッタエッチングを行うことができる。スパッタエッチングを行うときはアルゴンガスにより真空チャンバ内24の圧力が上昇する。そこで電子ビームコラム35内を、排気ポンプ28で排気する。電子ビームコラムの下部にはゲートバルブ29があり、これを閉じておく。このゲートバルブ29を省略し、細いオリフィスで電子ビームコラム35と真空チャンバ24を連通して、差動排気を行っても良い。ステージ26はX方向・Y方向の移

ように試料19をX軸回りに回転子、第1図(c)に示すように穴の側壁をスパッタエッチする。そして第6図に示すように試料19を電子ビームの真下に移動し、試料19を第7図に示すようにX軸回りに傾けて、第1図(e)に示したように電子ビームを照射しSEM像を観察する。このときまず試料固定片20上にある2ヶの基準マークを見て、ここから先ほど測定しておいた観察場所のXY座標をもとに試料19を傾き角を勘案して容易に観察場所28を見つけることができる。

SEM観察した結果、まだ再付着物が十分除去しきれていない場合は、再度第4図に示したようにスパッタエッチを追加すれば良い。同一チャンバ内でエッチングとSEM観察とができるので、作業能率は極めて高い。

また第9図には、真空チャンバ24にゲートバルブ30を設けた構成を示した。この装置では、試料19をアルゴンスパッタ位置へ入れる際、ゲートバルブ30を閉めておくので、電子ビームのある室の真空を破らずにおける。スパッタエッチを行った

あとは、ゲートバルブ30を開け試料を電子ビームの下へ導入し観察を行う。

第2図から第9図までは、集束イオンビーム装置とSEM装置が別々であったが、第10図は集束イオンビーム銃筒11と電子ビーム銃筒35とアルゴンイオン銃25とが、真空チャンバ14、24にゲートバルブ30a、30bを介して区分されて、同一装置に取付けられている例である。このようにすれば、加工とSEM観察が真空を破らずに同一チャンバ14、24中でできるので、断面を見つつその断面の位置を少しずつ掘込んでいくことができ、更に作業の能率が向上する。

また第4図において、アルゴンイオン銃25と共に、先に述べたようにエッチングガスの供給装置34(第6図に示す。)を設ければ、イオン衝撃を受けたところのみエッチング(イオン・アシストエッチング)を行うことができる。

〔発明の効果〕

本発明によれば、SEM観察を行う時、同一装置内でアルゴンスパッタにより被観察面をスパッ

銃、26…ステージ、27…プレート、34…エッチングガス供給装置、35…電子ビームコラム。

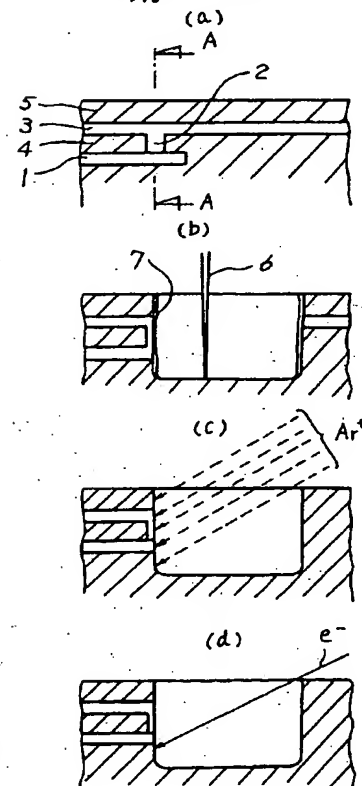
タエッチ又はイオンアシストエッチできるので、集束イオンビーム加工により作った断面をコントラストよく観察することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の方法を表す説明図、第2図は本発明に係る集束イオンビーム加工装置の概略図、第3図、第4図及び第6図はアルゴンイオン銃付のSEM装置の概略図、第5図及び第7図は第4図及び第6図に対応する試料部分の右側面図、第8図は試料固定片の平面図、第9図はアルゴンイオン銃とゲートバルブのついたSEM装置の概略図、第10図はアルゴンイオン銃とSEM装置をFIB装置をもった装置の概略図である。

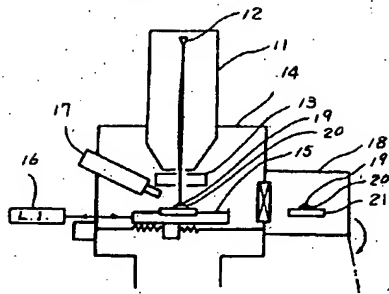
1…下層配線、2…コンタクトホール、3…上層配線、4…層間絶縁膜、5…保護膜、6…集束イオンビーム、7…再付着層、11…イオンビームコラム、12…イオン源、13…検出器、15…XYステージ、16…レーザインタフェロメータ、17…電子シャワ、20…試料固定片、21…試料移動用プレート、22…電子線源、23…検出器、25…アルゴンイオン

第1図



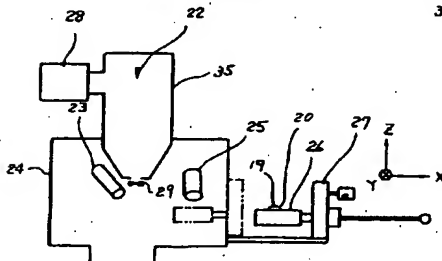
1…下層配線
2…コンタクトホール
3…上層配線
4…層間絶縁膜
5…保護膜

第 2 図

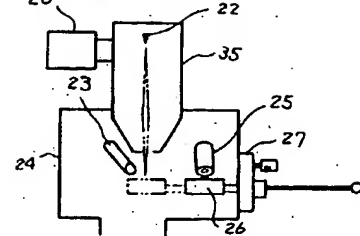


- 11- イオンビームコラム
- 12- イオン源
- 13- 検出器
- 14- スリット
- 15- スリット
- 16- スリット
- 17- 電子シャワ
- 20- 試料固定片
- 21- 試料移動用プレート
- 22- 電子線源
- 23- 検出器
- 25- アルゴンイオン源
- 26- スリット
- 27- プレート
- 35- 電子ビームコラム

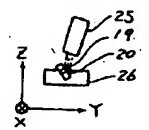
第 3 図



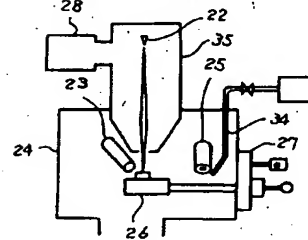
第 4 図



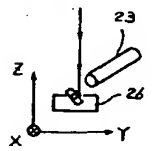
第 5 図



第 6 図



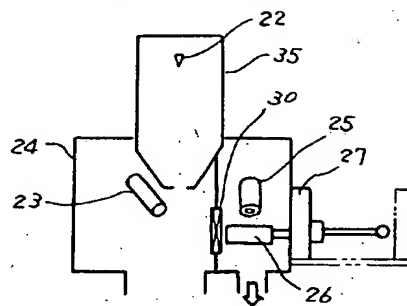
第 7 図



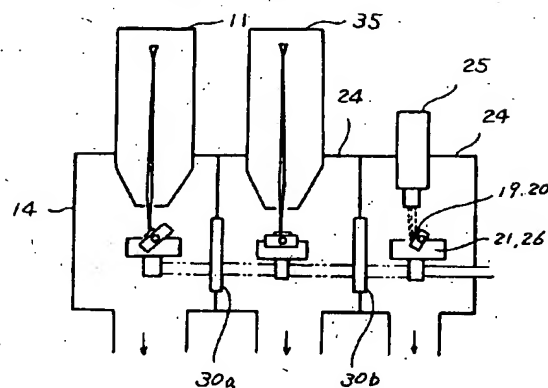
第 8 図



第 9 図



第 10 図



第1頁の続き

⑤Int. Cl.⁵

H 01 J 37/30

識別記号

Z

庁内整理番号

9069-5E

②発明者 高橋

貴彦

東京都青梅市今井2326番地 株式会社日立製作所デバイス
開発センタ内